

[73]

103334

geb. 17.8.79, d.

Die Asynchronmaschine

Ihre Theorie und Berechnung unter besonderer
Berücksichtigung der Keilstab- und Doppelkäfigläufer

von

Dr.-Ing. W. Nürnberg
o. Professor an der Technischen Universität Berlin

Zweite durchgesehene Auflage

Mit 237 Abbildungen
und sechs durchgerechneten Beispielen



Buchverl. der Stadt.
Hygiene-Schule
Duisburg

Buchnummer: _____
DK. Zahl _____

Springer-Verlag
Berlin/Göttingen/Heidelberg

1963

GESAMTHOCHSCHUL-
BIBLIOTHEK
DUISBURG

Der Teil des Umlanges des primären oder sekundären Ankers, den jede der beiden Seiten einer Spulengruppe einnimmt, heißt Zone. Die Breite der Zone beeinflusst, wie später erläutert wird, den Wirkungsgrad oder in Teilen der Polteilung aus. Bei Drehstromwicklungen gibt es im allgemeinen nur die Zonenbreite von 60° bzw. 120° Polteilung. Man teilt also den vollen Umlang einer 2-poligen Maschine in 6 gleiche Zonen, von denen die erste und vierte dem Stator U , die dritte und sechste dem Stator V und zweite dem Stator W zugeordnet ist. Zone 1, 3, 5 und 7 fällt die hintere Seite der 2 aufeinanderfolgenden Stränge U , V , W während in den Zonen 4, 6, 2 die vordere Seite der Stränge U , V , W fällt für die Einspeisewicklungen. Bei den Zweischichtwicklungen liegt man die rückwärtigen Leiter in die obere Nutzhälfte, die vorderen in die untere Nutzhälfte. Dadurch würde die Hälfte der Zonen jeder Schicht frei bleiben, wenn man nicht durch Einlegen der doppelten Anzahl von Spulen auch die anderen Zonen bewickelte. Durch Unterbrechung des Schaltkreises in diesen Spulen kommen Spulenseiten gleicher Strangzugehörigkeit und gleicher Stromrichtung in beiden Schichten aneinander genau übereinander oder doch meist benachbart zu liegen. Bei mehrpoligen Maschinen wiederholt sich die Zonenverteilung für jede weitere Polpaarteilung.

Die 6 Zonen der Drehstromwicklungen kann man sich entstanden denken durch die doppelte Aufschneidung einer Gleichstromwicklung, die man in eine Drehstromwicklung mit 3 Strängen umwandelt. Schneidet man in 3 Zonen ein, so erhält man eine wesentlich ungleichmäßigere Stromverteilung mit einer Zonenbreite von 120° oder $\frac{1}{3}$ einer Polteilung. Solche Zonen wählt man nur bei polumschaltbaren Maschinen, eine besonders bei denen für eine Umschaltung im Verhältnis 1:2.

Ungleiches Zonenbreiten bekommt man bei den sog. Drehstromwicklungen. Wickelt man eine Drehstrommaschine mit z. B. 30 Nuten für 4 Pole, so entfällt auf eine Spulengruppe die Spulenzahl 24. Man wechselt dann mit Gruppen von 2 und 3 Nuten je Strang nacheinander alle Zonen wieder 60° treibt.

Einphasenmaschinen wickelt man mit einer Wicklung, deren Zone doppelt so breit wie die einer Drehstromwicklung ist. Sie beträgt also 120° . Man stellt also nur $\frac{1}{2}$ des Maschinenumfanges an, würde aber bei voller Bewicklung praktisch keine höhere Leistung erzielen können. Diese Einphasenwicklung kann man auch bekommen, indem man zwei Stränge einer normalen Drehstromwicklung hintereinander schaltet.

Die Spulenbreite ist die Entfernung der beiden Nuten, denen die hintere und vordere Seite des Leiters einer Spule angehört. Man kann sie in Nutzteilen, in elektrischen Graden oder bezogen auf die Polteilung ausdrücken. Die erste Angabe ist von der Polzahl unabhängig und empfiehlt sich daher bei polumschaltbaren Maschinen. Bei normalen Maschinen gibt man die Breite der Spule meist als Bruchteil der Pol-

teilung an, die ihrerseits in eindeutiger Weise dem elektrischen Winkel von 180° entspricht.

Man sagt entweder, daß die Spulenweite z. B. 65% der Polteilung beträgt oder man gibt den Bruch als Verhältnis der von der Spule umfaßten Nutzteile zu den auf einen Pol entfallenden Nutzteilen an. Bei einer Maschine mit 8 Nuten je Pol, die mit Spulen einer Weite von 8 Nutzteilen versehen ist, beträgt demnach die relative Weite $8/8 = 1$.

Der *Fraktionskoeffizient* ist gleich der Spulenweite. Man drückt ihn etwas anders aus, indem man die Nutzhälfte, in welche die zu Nut 1 gehörenden rückwärtigen Leiter gelegt werden. In obigem Beispiel beträgt also der Schritt 1:2. Die zweite Zahl ist immer um 1 größer als die Weite. Dieser Zusammenhang ist primitiv, versteht aber deshalb leicht zu einer falschen Angabe an die Werkstatte.

Die Spulenweite ist nur bei Wicklungen mit Spulen gleicher Weite konstant. Zu diesen zählt die Zweischichtwicklung und eine früher ausgeführte Art der Einschichtwicklung. Bei den heutigen Einschichtwicklungen haben alle Spulen einer Gruppe verschiedene Weite. Nur wenn die Nutzhälfte je Pol und Strang eine ungerade Zahl ist, hat eine einzige dieser Spulen eine Weite gleich der Polteilung. Die übrigen sind größer oder kleiner. Die mittlere Weite aller Spulen ist aber genau gleich der Polteilung. Deshalb spricht man auch bei der Einschichtwicklung von einer Weite von 100%, obwohl bei einer Lochzahl, die durch 2 teilbar ist, überhaupt keine Spule wirklich diese Weite hat.

Man spricht von einer *Seitung* der Spulen, wenn die Weite kleiner als die Polteilung ist. Die Abweichung gegen die volle Polteilung heißt die *Verzerrung*. Man drückt sie in Nutzteilen oder in % aus. Eine eigentliche Seitung ist nur bei Zweischichtspulen möglich. Sie ist ein wichtiges, praktisch oft angewandtes Mittel, um die Oberfelder klein zu halten und um außerdem an Wicklungsmaterial zu sparen. Meist wählt man eine Spule um $\frac{1}{4}$ der Polteilung. Dann prägen sich die Stator- und der Oberwelle nur schwach aus. Die Seitung um $\frac{1}{4}$ Polteilung, die bei Drehstrommaschinen wohl nur zur Verringerung der Wicklungslänge von 2-poligen und auch großen 4-poligen Maschinen gewählt. Solche Maschinen können nur schwer mit Spulen des vollen Schrittes hergestellt werden. Die Verzerrung der Spule in Nutzteilen wird mit v bezeichnet. Die Seitung der Spule in Nutzteilen nimmt zwar der Kopf auf der einen Ankerseite ab, auf der anderen Seite erhöht sich die Länge aber um den gleichen Betrag. Gezielte Wellenwicklungen, die man fast nur im Leiter größerer Maschinen vorfindet, sind daher selten.

Die *Lochzahl* einer Drehstrommaschine bezeichnet die *Nutenzahl je Pol und Strang*. Sie ist eine rechtliche Größe und wird z genannt. Je höher die Lochzahl q , desto oberwellenreiner ist die Feldkurve. Demgegenüber erhöht sich die Kurzschlußstrom. Außerdem sinkt bei steigender Lochzahl die spezifische Wärmebelastung der Nutenwand und der Wickelkontakte. Die wohl meistbenutzte Lochzahl ist 3 und 4. Seltener, wenn konstruktive Gründe hierzu zwingen, wählt man $q = 2$.